

日 本 国 特 許 庁

23.08.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 8月23日

REC'D 13 OCT 2000

WIPO

PCT

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第235191号

出 願 人
Applicant (s):

東京エレクトロン株式会社

EKU

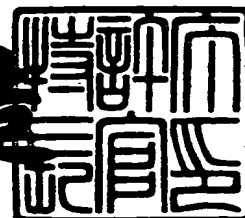
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月29日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 TYL99011

【提出日】 平成11年 8月23日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 小林 憲

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 萩原 正明

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 内藤 和香子

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 稲沢 剛一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602173

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密な処理室内に処理ガスを導入し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された有機層膜に対するエッチング方法において：

前記処理ガスは少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、
前記真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であることを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 前記真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr～800mTorrであることを特徴とする、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】 前記窒素原子含有気体は N_2 であり、前記水素原子含有気体は H_2 であることを特徴とする、請求項1または2に記載のエッチング方法

【請求項4】 前記処理ガスは、Arをさらに含むことを特徴とする、請求項1、2または3のいずれかに記載のエッチング方法。

【請求項5】 前記有機層膜に対するエッチングは、前記有機層膜の途中でエッチングを停止させることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体素子の配線にAl合金を用いる場合、層間絶縁膜上にAl合金をスパッタ法で堆積し、その後エッチングして配線パターンを形成していた。この従来のドライエッチングにおいては、処理室内の圧力は、数mTorr～100mTorrの圧力領域が一般的であった。特開昭60-170238によれば、50～100mTorrの圧力範囲でエッチング速度を最高にすることができる旨が記載されている。

【0003】

この従来法に対し、近年、ダマシン・プロセスと称されるCu配線の形成が行われている。ダマシン・プロセスとは、層間絶縁膜に配線パターンの溝を形成し、この溝に配線材料を埋め込む方法である。Al合金からCuへの配線材料の変更によって、比抵抗が約半分になり、高速化しやすくなる。科学的機械研磨（CMP）による平坦化が可能になっている現在、ダマシン・プロセスは実用化しやすくなった。

【0004】

また、ダマシン・プロセスの応用技術として、デュアル・ダマシンと称される技術がある。デュアル・ダマシンとは、後工程により配線とビアホールとが形成される逆凸型の溝を層間絶縁膜に形成し、この溝に配線用の金属物質を埋め込むことで配線とビアホールとを同時に形成する技術である。このデュアル・ダマシン用の逆凸型の溝を形成するにあたっては、層間絶縁膜の途中でエッチングを停止させた際に、形成された溝の底面が平坦になるよう制御する必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来の数mTorr～100mTorr圧力範囲でこのデュアル・ダマシン用の逆凸型の溝を形成すると、溝の底面が平坦にならず、いわゆるマイクロレンチングが生じるという問題や、エッチングマスクに対する選択比（以下、「マスク選択比」という。）が低いという問題が生じる。

【0006】

このマイクロレンチングを防ぐため、所望の深さに下地となる層（以下、「エッチストップ」と称する。）を形成することが行われている。しかしながら、エッチストップは誘電率が高いため、配線間にキャパシタが形成されてしまうという別の問題が生じる。配線の微細化が進む最先端技術においては、エッチストップを用いることなくマイクロレンチングを防ぐことの可能なエッチング方法の開発が急務となっている。

【0007】

本発明は、従来のエッチング方法が有する上記問題点に鑑みてなされたもので

あり、本発明の第1の目的は、エッチストップパを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことの可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

【0008】

さらに、本発明の第2の目的は、マスク選択比を向上させることの可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1によれば、気密な処理室内に処理ガスを導入し、処理室内に配置された被処理体に形成された有機層膜に対するエッチング方法において、処理ガスは、少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であることを特徴とするエッチング方法が提供される。なお、有機膜は比誘電率が3.5以下の低誘電率材料が好ましい。また、真空処理室内の圧力は、請求項2に記載のように、実質的に500mTorr～800mTorrであることが好ましい。

【0010】

処理ガスに少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力を実質的に500mTorr以上にすると、エッチストップパを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。従って、例えば請求項5に記載のように、エッチングを有機層膜の途中で停止する必要があるプロセス、例えばデュアル・ダマシンプロセス等において特に効果的である。

【0011】

また、請求項3に記載のように、窒素原子含有気体として N_2 を採用してもよく、水素原子含有気体として H_2 を採用してもよい。このように、処理ガスの構成として、 N_2 や H_2 を採用すれば、取扱いが容易であるとともに、大気中に放出されても地球の温暖化の原因となり難い。さらに、 N_2 や H_2 は安価であるため、処理コストが上昇することがない。

【0012】

また、請求項 4 に記載のように、処理ガスに Ar を含むようにすれば、エッチング条件を容易に制御できるため、溝の形状制御を容易に行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかるエッチング方法の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0014】

(1) エッチング装置の構成

まず、図 1 を参照しながら、本実施の形態のエッチング方法が適用されるエッチング装置 100 について説明する。

同図に示すエッチング装置 100 の処理容器 102 内には、処理室 104 が形成されており、この処理室 104 内には、上下動自在なサセプタを構成する下部電極 106 が配置されている。下部電極 106 の上部には、高圧直流電源 108 に接続された静電チャック 110 が設けられており、この静電チャック 110 の上面に被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）W が載置される。さらに、下部電極 106 上に載置されたウェハ W の周囲には、絶縁性のフォーカスリング 112 が配置されている。また、下部電極 106 には、整合器 118 を介して高周波電源 120 が接続されている。

【0015】

また、下部電極 106 の載置面と対向する処理室 104 の天井部には、多数のガス吐出孔 122a を備えた上部電極 122 が配置されている。上部電極 122 と処理容器 102 との間には絶縁体 123 が設けられている。また、上部電極 122 には、整合器 119 を介してプラズマ生成高周波電力を出力する高周波電源 121 が接続されている。また、ガス吐出孔 122a には、ガス供給管 124 が接続され、さらにそのガス供給管 124 には、図示の例では第 1 ～ 第 3 分岐管 126, 128, 130 が接続されている。

【0016】

第1分岐管126には、開閉バルブ132と流量調整バルブ134を介して、 N_2 を供給するガス供給源136が接続されている。また、第2分岐管128には、開閉バルブ138と流量調整バルブ140を介して、 H_2 を供給するガス供給源142が接続されている。さらに、第3分岐管130には、開閉バルブ144と流量調整バルブ146を介して、 Ar を供給するガス供給源148が接続されている。処理ガスに添加される不活性ガスは、上記 Ar に限定されず、処理室104内に励起されるプラズマを調整することができるガスであればいかなる不活性ガス（例えば He 、 Kr など）でも採用することができる。

【0017】

また、処理容器102の下方には、不図示の真空引き機構と連通する排気管150が接続されており、その真空引き機構の作動により、処理室104内を所定の減圧雰囲気に維持することができる。

【0018】

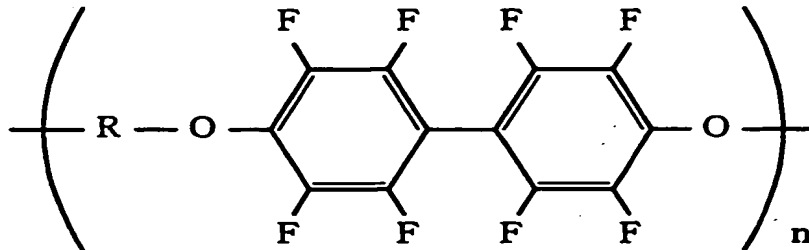
(2) ウェハの構成

次に、本実施の形態にかかるエッチング方法によりエッチング処理を施すウェハWの構成について説明する。

本実施の形態で使用するウェハWは、 Cu 膜層上にエッチング対象である層間絶縁膜が形成されている。この層間絶縁膜は、比誘電率が従来の SiO_2 よりも非常に小さい、例えばポリオルガノシロキサン架橋ビスベンゾシクロブテン樹脂（以下、「BCB」と称する。）や、DowChemical社製の $SiLK$ （商品名）や、以下の示す構造を有するFLARE（商品名）などの有機系低誘電率材料から構成されている。

【0019】

【化 1】



【0020】

また、層間絶縁膜上には、所定のパターンを有するエッチングマスクが形成されている。このエッチングマスクには、例えば、フォトリジスト膜層から成るマスクや、 SiO_2 膜層とフォトリジスト膜層とから成るマスクを採用することができる。

【0021】

次に、上述したエッチング装置100を用いて、本実施の形態にかかるエッチング方法によりウェハWにコンタクトホールを形成する場合のエッチング工程について説明する。

まず、予め所定温度に調整された下部電極106上にウェハWを載置し、該ウェハWの温度を処理に応じて $20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 程度に維持する。次いで、本実施の形態にかかる処理ガス、すなわち N_2 と H_2 とArの混合ガスを、ガス供給管124に介挿された流量調整バルブ134、140、146により上記各ガスの流量を調整しながら処理室104内に導入する。この際、処理室104内の圧力雰囲気を実質的に 500mTorr 以上、好ましくは、実質的に $500\text{mTorr} \sim 800\text{mTorr}$ になるように、処理室104内を真空引きする。

【0022】

次いで、下部電極106に対して、例えば周波数が 13.56MHz で、電力が $600\text{W} \sim 1400\text{W}$ の高周波電力を印加する。また、上部電極122に対し

て、例えば周波数が60MHzで、電力が600W~1400Wの高周波電力を印加する。これにより、処理室102内に高密度プラズマが生成され、かかるプラズマによってウェハWの有機系低誘電率材料からなる層間絶縁層に、所定形状のコンタクトホールが形成される。

【0023】

本実施の形態は、以上のように構成されており、処理ガスは、少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であるので、エッチストップパを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことができる。また、上記処理ガスを採用すれば、マスク選択比を高めることができる。

【0024】

さらに、処理ガスの構成として、 N_2 や H_2 を採用したので、取扱いが容易であるとともに、大気中に放出されても地球の温暖化の原因となり難い。さらに、 N_2 や H_2 は安価であるため、処理コストが上昇することがない。さらにまた、処理ガスにArを含むようにしたので、エッチング条件を容易に制御できるため、形状制御を容易に行うことができる。さらにまた、処理ガスに O_2 を添加しなくても、所定のエッチング処理を行うことができるので、処理時にCu層膜が酸化するのを防止できる。このため、Cu層膜上に酸化防止膜を形成する必要がなく、被処理体の厚みを相対的に薄くすることができる。

【0025】

【実施例】

次に、図2~図5を参照しながら本発明にかかるエッチング方法の実施例について説明する。なお、後述する実施例1~実施例2は、上記実施の形態で説明したエッチング装置100を用いて、ウェハWの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成したものであるので、上記エッチング装置100及びウェハWと略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。また、エッチングプロセス条件は、以下で特に示さない限り、上述した実施の形態と略同一に設定されている。

【0026】

(A) 実施例 1 (処理室内の圧力雰囲気の変化)

まず、図 2 を参照しながら、処理室 104 内の圧力雰囲気を变化させた場合の実施例 1 (a) ~ 実施例 1 (c) について説明する。

本実施例 1 (a) ~ 実施例 1 (c) は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハ W の層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。なお、表及び図面において、ウェハ W の中央部をセンターと表記し、ウェハ W の端部をエッジと表記し、ウェハ W の中央部と端部の中間部をミドルと表記する。また、トレンチングとは、コンタクトホールの略中央部のエッチング深さに対するコンタクトホールの端部のエッチング深さの比を表しており、この値が大きいほどコンタクトホールの形状に悪影響を与えるマイクロトレンチングが形成されていることを表す。

【0027】

【表 1】

実施例	処理ガス流量 (sccm)			処理室内の 圧力雰囲気 (m Torr)	エッチングレート (Å/分)		トレンチング (%)		コンタクト ホールの 断面形状
	N ₂	H ₂	Ar		センター	エッジ	センター	エッジ	
1 (a)	400	400	0	100	3958	4000	117	120	図 2 (a)
1 (b)	400	400	0	500	3792	3354	100	112	図 2 (b)
1 (c)	400	400	500	800	4043	3532	87	104	図 2 (c)

【0028】

その結果、実施例 1 (b), (c) では、同表及び図 2 (b), (c) に示すように、エッチングレートを低下させることなく良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。これに対して、実施例 1 (a) では、同表及び図 2 (a) に示すように、コンタクトホールにマイクロトレンチングが生じた。

【0029】

(B) 実施例 2 (処理室内の圧力雰囲気の変化)

次いで、図 3 を参照しながら、処理室 1 0 4 内の圧力雰囲気を变化させた場合の実施例 2 (a) ~ 実施例 2 (c) について説明する。本実施例は、実施例 1 と同様の条件で、形成されるコンタクトホールを幅を変えたものである。

本実施例 2 (a) ~ 実施例 2 (c) は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハ W の層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。

【0030】

【表 2】

実施例	処理ガス流量 (sccm)			処理室内の 圧力雰囲気 (m Torr)	エッチングレート (Å/分)		トレンチング(%)		コンタクト ホール の断面形状
	N ₂	H ₂	A _r		センター	エッジ	センター	エッジ	
2(a)	400	400	0	100	3063	3146	157	153	図 3(a)
2(b)	400	400	0	500	3521	3146	114	126	図 3(b)
2(c)	400	400	500	800	3638	3426	89	106	図 3(c)

【0031】

その結果、実施例 2 (b) , (c) では、同表及び図 3 (b) , (c) に示すように、エッチングレートを低下させることなく良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。これに対して、実施例 2 (a) では、同表及び図 3 (a) に示すように、コンタクトホールにマイクロトレンチングが生じた。本実施例の結果から、処理室内の圧力を所定の圧力に設定すれば、コンタクトホールの幅を変えた場合であっても、良好な形状のコンタクトホールを形成できることが分かる。

【0032】

(C) 実施例 3 (N₂ と H₂ の流量変化)

次に、図 4 を参照しながら、後述するエッチング装置 2 0 0 を用いて、処理ガ

スを構成する N_2 と H_2 の流量を変化させた場合の実施例3について説明する。

まず、図4を参照しながら、エッチング装置200の構成について説明する。同図に示すエッチング装置200の処理容器202内には、処理室204が形成されており、この処理室204内には、上下動自在なサセプタを構成する下部電極206が配置されている。下部電極206の上部には、高圧直流電源208に接続された静電チャック210が設けられており、この静電チャック210の上面にウェハWが載置される。さらに、下部電極206上に載置されたウェハWの周囲には、絶縁性のフォーカスリング212が配置されている。また、下部電極206には、整合器220を介してプラズマ生成用高周波電力を出力する高周波電源220が接続されている。

【0033】

また、下部電極206の載置面と対抗する処理室204の天井部には、多数のガス吐出孔222aを備えた上部電極222が配置されており、図示の例では、上部電極222は、処理容器202の一部を成している。また、ガス吐出孔222aには、上記エッチング装置100と同様に、ガス供給管224が接続され、さらにそのガス供給管224には、図示の例では第1、第2分岐管224、228が接続されている。

【0034】

第1分岐管226には、開閉バルブ232と流量調整バルブ234を介して、 N_2 を供給するガス供給源236が接続されている。また、第2分岐管228には、開閉バルブ238と流量調整バルブ240を介して、 H_2 を供給するガス供給源242が接続されている。なお、上記エッチング装置100と同様に、Ar等の不活性ガスを供給するように、第3分岐管を備えるようにしてもよい。

【0035】

また、処理容器202の下方には、上記エッチング装置100と同様に、排気管150が接続されている。さらに、処理室204の外部には、処理容器202の外部側壁を囲うように磁石238が配置されており、この磁石238によって上部電極222と下部電極206との間のプラズマ領域に回転磁界が形成される。

【0036】

そして、本実施例 3 (a)～実施例 3 (d) は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハ W の層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。

【0037】

【表 3】

実施例	処理ガス流量 (sccm)		エッチング幅 (μm)	処理室内の 圧力雰囲気 (m Torr)	エッチング深 (最浅部/最深部, A)			コンタクト ホールの 断面形状
	H_2	H_2			センター	ミドル	エッジ	
3 (a)	200	200	0.35	500	4500/5125	4750/5250	5250/5750	図 5 (a)
3 (b)	200	200	0.30	500	4875/5250	5000/5375	5000/5500	図 5 (b)
3 (c)	100	300	0.35	500	5000/5625	4875/5500	5000/5625	図 5 (c)
3 (d)	100	300	0.30	500	4750/5250	5000/5625	5125/5500	図 5 (d)

【0038】

その結果、実施例 3 (a)～実施例 3 (d) では、同表及び図 5 に示すように、いずれの流量の場合でも良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。本実施例の結果から、処理室内の圧力雰囲気を所定の圧力に設定すれば、 N_2 と H_2 の流量を変化させた場合であっても、良好な形状のコンタクトホールを形成できることが分かる。

【0039】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかるエッチング方法の好適な実施形態及び実施例について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0040】

例えば、上記実施の形態において、 N_2 と H_2 の混合ガス、あるいは、 N_2 と H_2 と Ar の混合ガスを処理ガスとして採用した構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。例えば、 N_2 と H_2 と Ar の混合ガスにさらに O_2 や不活性ガスなどの各種ガスを添加しても、本発明を実施することができる。すなわち、処理ガス中に少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体が含まれていれば、本発明を実施することが可能である。

【0041】

また、上記実施の形態および実施例において、平行平板型エッチング装置と、処理室内に磁界を形成するエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、静電シールドを設けた誘導結合型のエッチング装置や、マイクロ波型エッチング装置などの各種プラズマエッチング装置にも、本発明を適用することができる。

【0042】

さらに、上記実施の形態において、ウェハに形成された有機系低誘電率材料から成る層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、被処理体に形成された層間絶縁膜にいかなるエッチング処理を施す場合にも適用することができる。

【0043】

【発明の効果】

本発明によれば、エッチストッパを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。

【0044】

また特に請求項3に記載の発明によれば、処理ガスの取り扱いが容易であるとともに、処理ガスが大気中に放出されても温暖化の原因となり難い。さらに、処理コストが上昇することがない。

【0045】

さらにまた請求項4に記載の発明によれば、エッチング条件を容易に制御できるため、溝の形状制御を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図 2】

本発明の実施例 1 を説明するための概略的な説明図である。

【図 3】

本発明の実施例 2 を説明するための概略的な説明図である。

【図 4】

本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図 5】

本発明の実施例 3 を説明するための概略的な説明図である。

【符号の説明】

100 エッチング装置

102 処理容器

104 処理室

106 下部電極

108 高圧電流電源

110 静電チャック

112 フォーカスリング

118 整合器

119 整合器

120 高周波電源

121 高周波電源

122 上部電極

122a ガス供給孔

123 絶縁体

124 ガス供給管

126, 128, 130 分岐管 (第 1 分岐管, 第 2 分岐管, 第 3 分岐管)

132, 138, 144 開閉バルブ

134, 140, 146 流量調整バルブ

136, 142, 148 ガス供給源

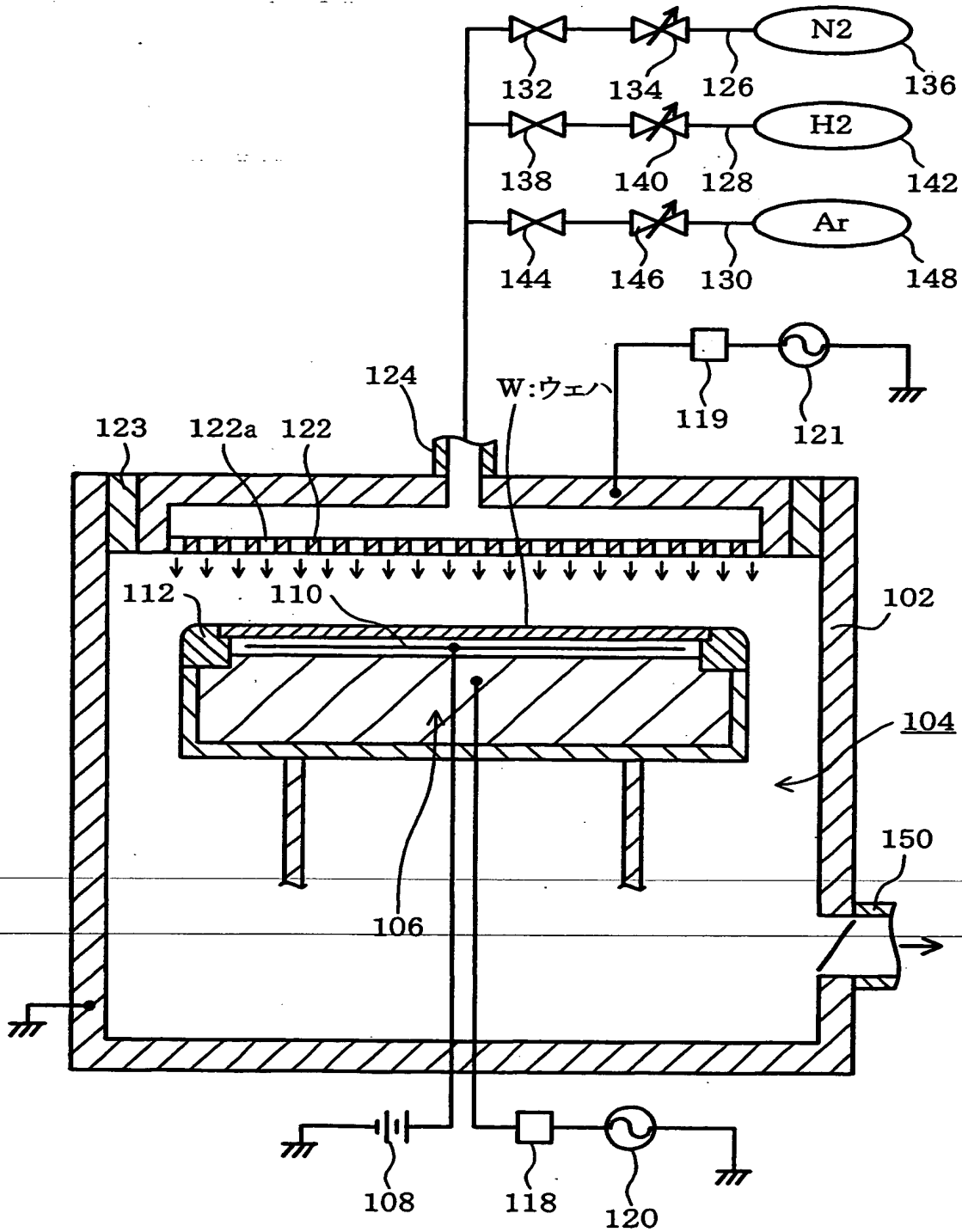
150 排気管

W ウェハ

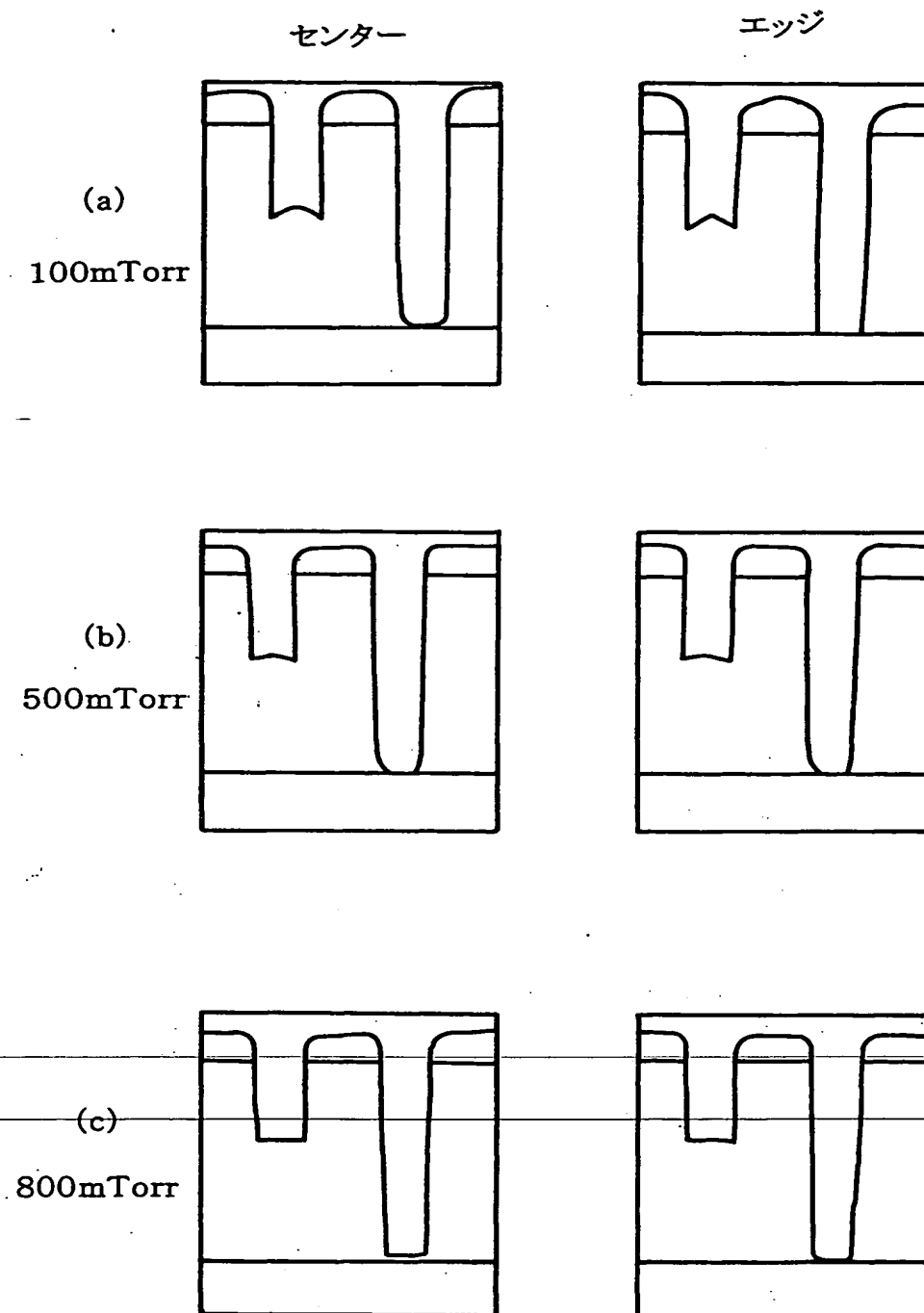
【書類名】 図面

【図 1】

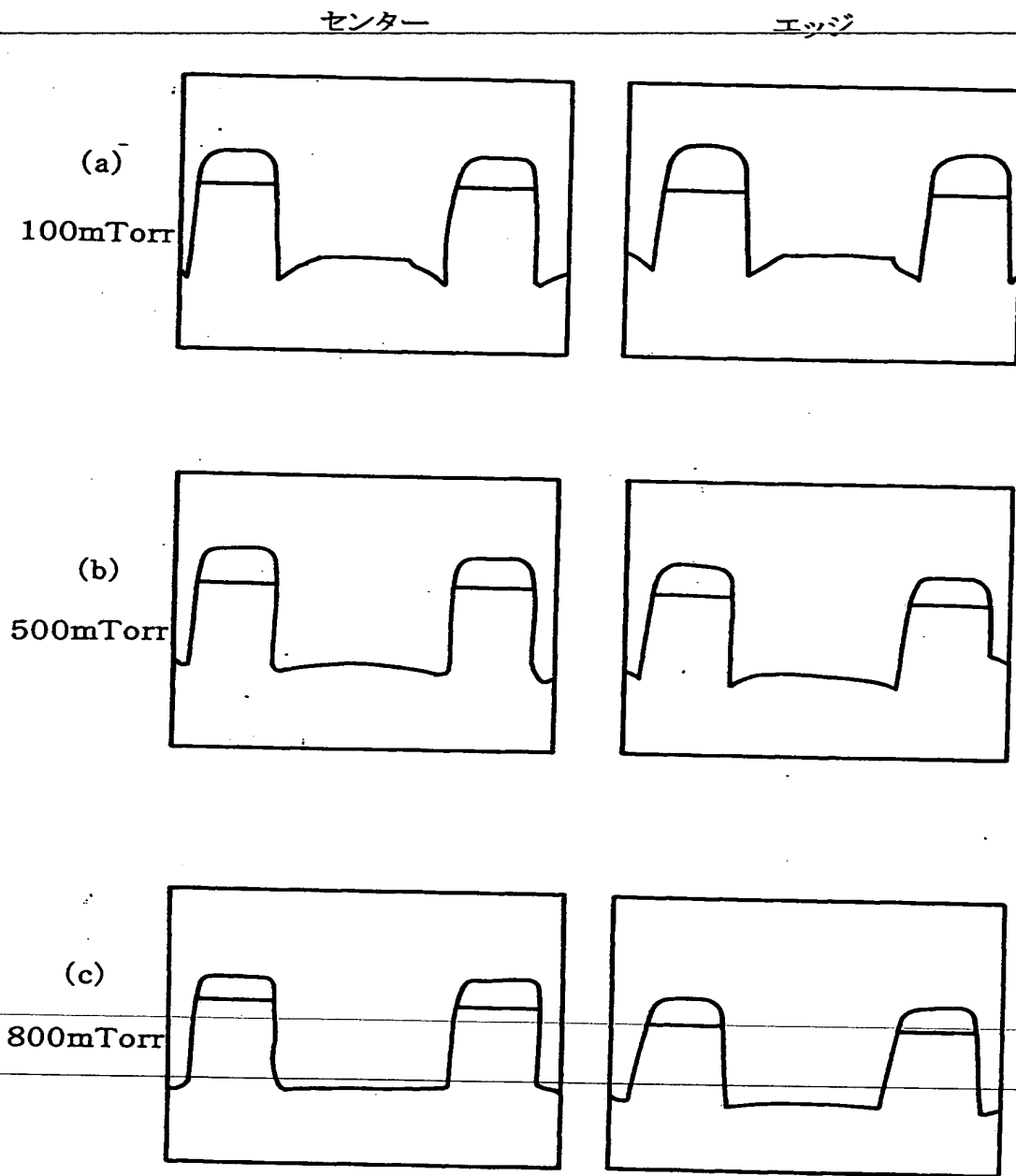
100: エッチング装置



【図 2】

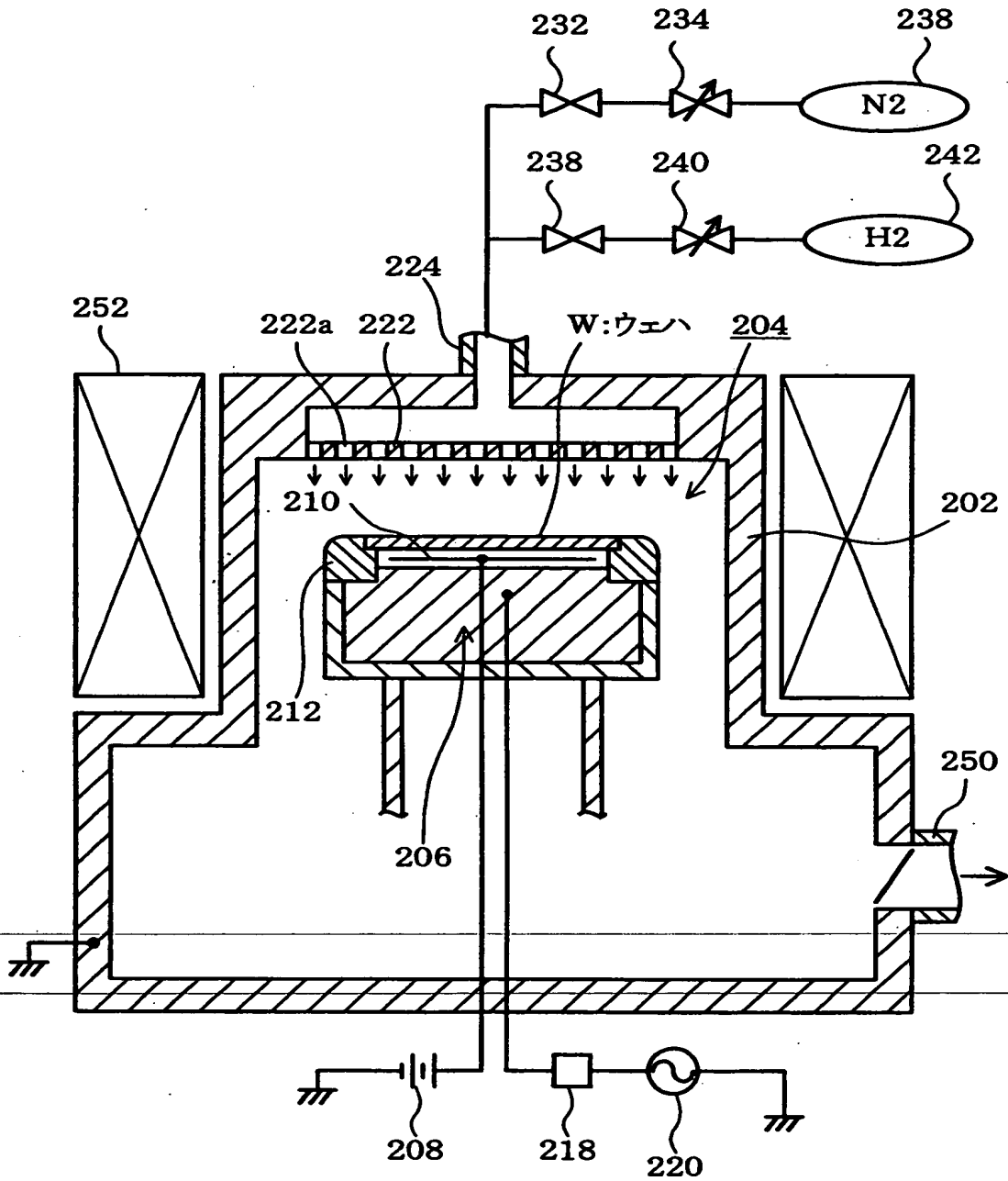


【図 3】

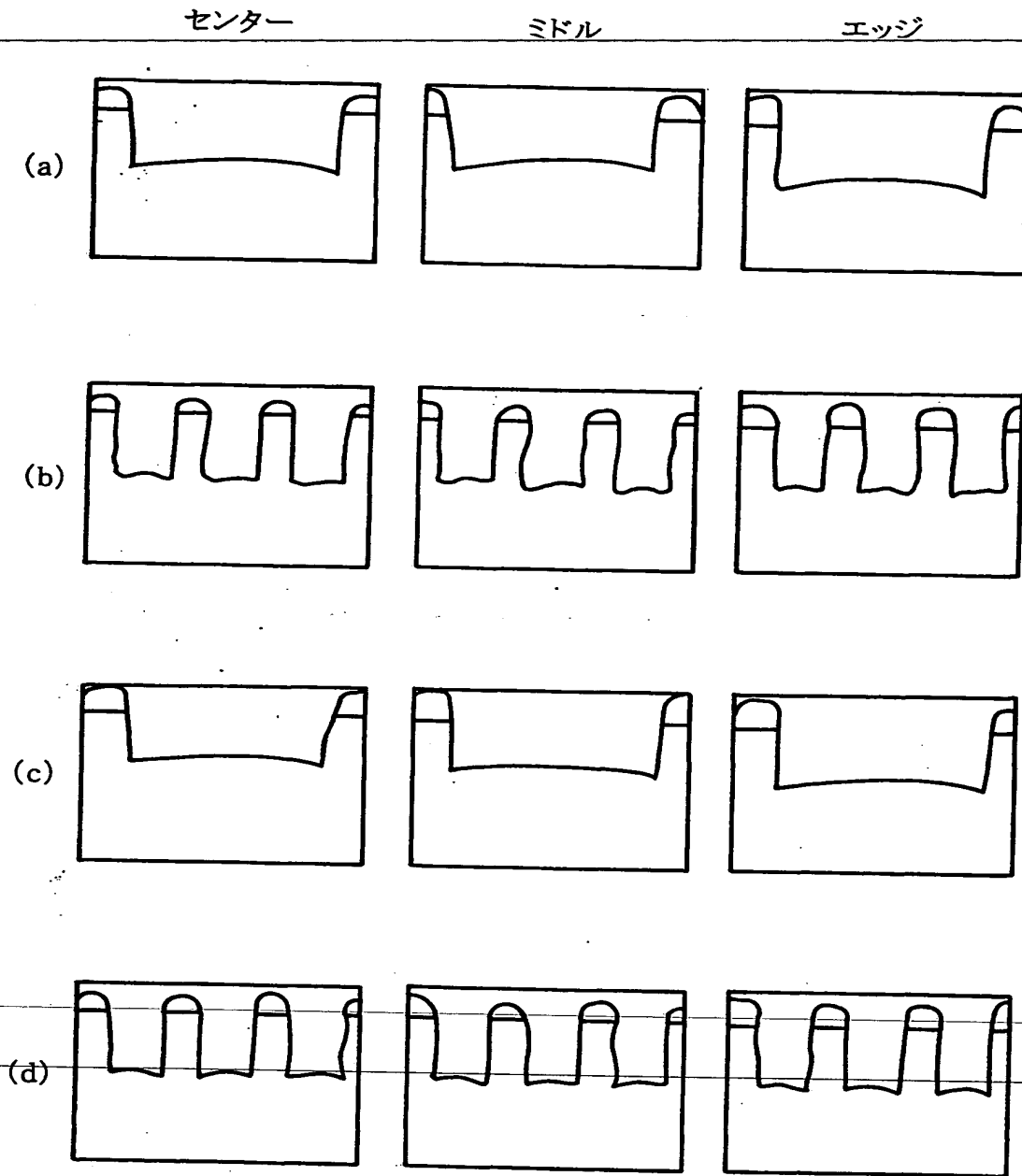


【図 4】

200:エッチング装置



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エッチストップパを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことの可能なエッチング方法を提供する。

【解決手段】 気密な処理室内に処理ガスを導入し、処理室内に配置されたウェハWに形成された有機膜層に対するエッチング方法において、処理ガスは N_2 と H_2 とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr～800mTorrであることを特徴とする。処理ガスに少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力を実質的に500mTorr以上にすると、エッチストップパを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)